

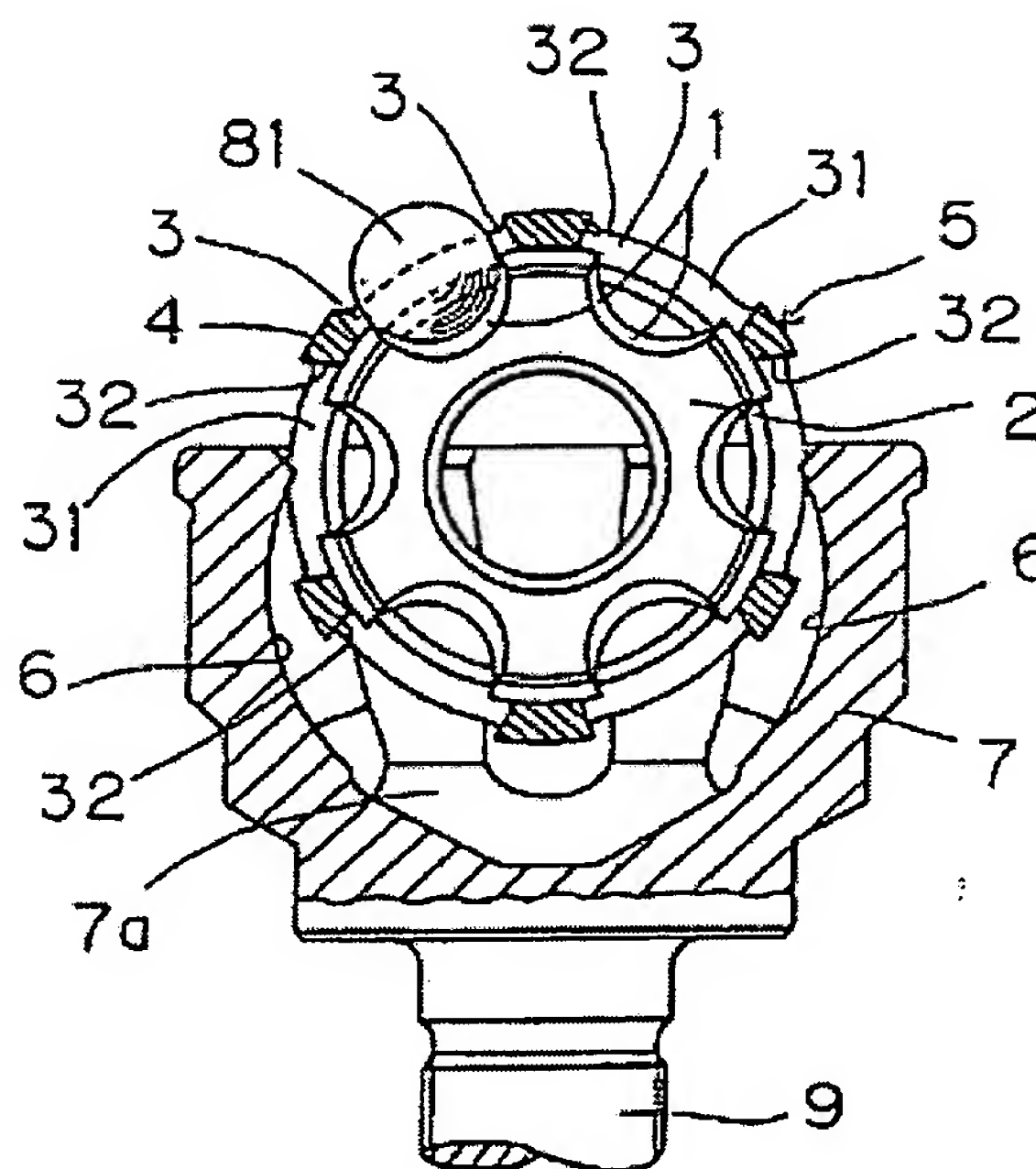
Homocinetic joint having a retainer having carbon-rich, carburised layers

Patent number: DE4330779
Publication date: 1995-03-16
Inventor: YOSHIDA KAZUHIKO (JP)
Applicant: NTN TOYO BEARING CO LTD (JP)
Classification:
- international: (IPC1-7): F16D3/224; C22C38/02; C22C38/18
- european: C22C38/22; F16D3/224
Application number: DE19934330779 19930910
Priority number(s): DE19934330779 19930910

Report a data error here

Abstract of DE4330779

The invention relates to a homocinetic joint having an outer part, an inner part and torque-transmitting spherical parts which are arranged so as to be rotatable between matching grooves which are provided in pairs between the inner and outer parts and which are held by a retainer which is inserted between the outer and the inner part, with the retainer being characterised in that the retainer (5) comprises low-carbon steel containing essentially from 0.1 to 0.4 % by weight of carbon, 1.0 % by weight or less of silicon, 1.0 % by weight or less of manganese and from 0.5 to 3.0 % by weight of chromium and whose remainder is essentially iron (Fe), and which is carburised to form a carbon-rich, carburised surface layer containing 1.5 % by weight or more of carbon. If the joint is used for a homocinetic joint which is subjected to relatively great stresses owing to the fact that the joint is nowadays built so as to be more compact and lighter, the retainer is in sliding contact with the spherical parts in a state of high surface pressure, which gives high wear resistance and hot strength.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 43 30 779 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
F 16 D 3/224
C 22 C 38/02
C 22 C 38/18

②① Aktenzeichen: P 43 30 779.5
②② Anmeldetag: 10. 9. 93
④③ Offenlegungstag: 16. 3. 95

DE 43 30 779 A 1

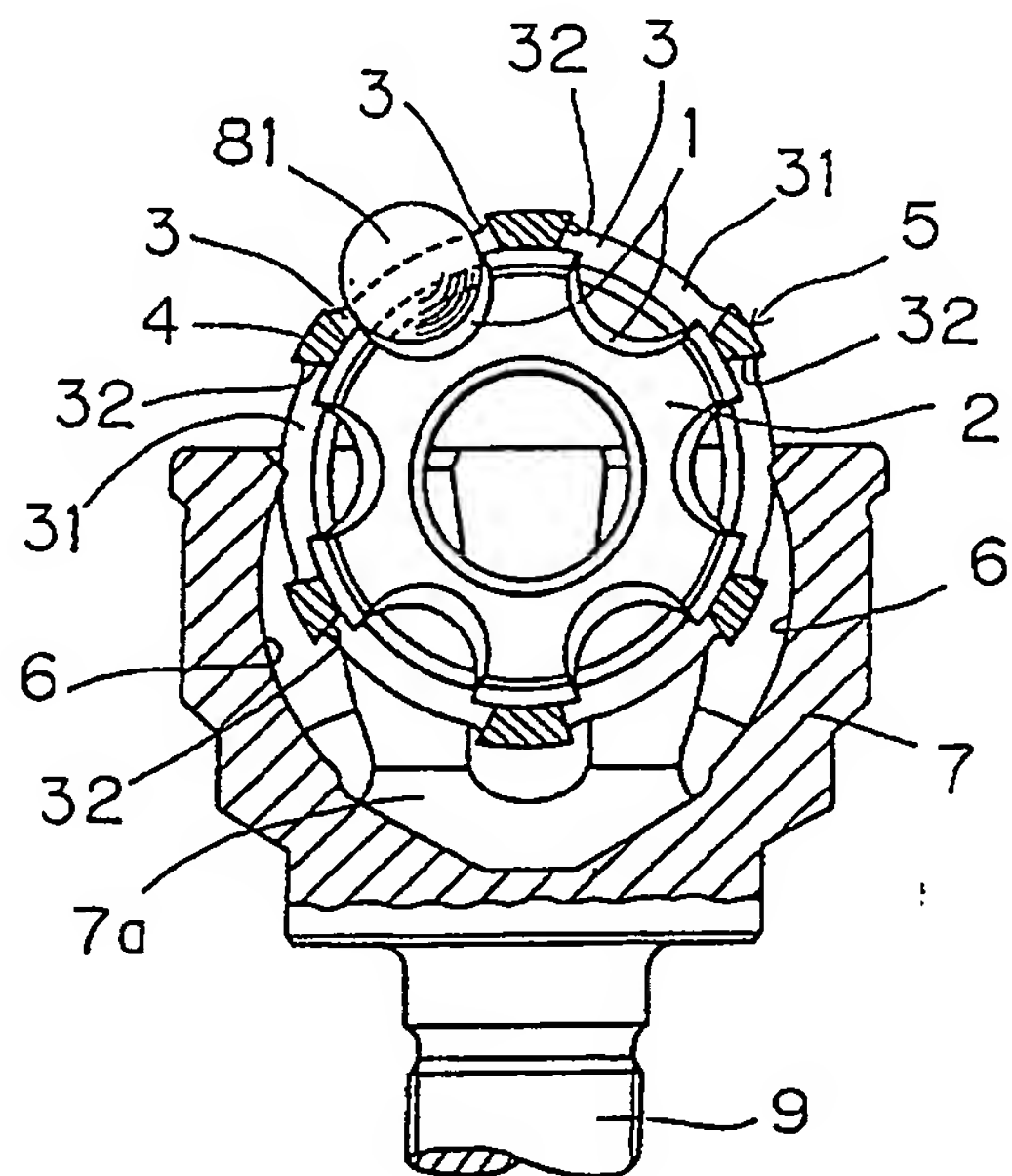
⑦① Anmelder:
NTN Corp., Osaka, JP

⑦④ Vertreter:
Staeger, S., Dipl.-Ing.; Sperling, R., Dipl.-Ing.
Dipl.-Wirtsch.-Ing., Pat.-Anwälte, 80469 München

⑦② Erfinder:
Yoshida, Kazuhiko, Fukuroi, Shizuoka, JP

⑤④ Gleichlaufgelenk mit einem Käfig mit kohlenstoffreichen aufgekohlten Schichten

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Gleichlaufgelenk, das ein äußeres Teil, ein inneres Teil und drehmomentübertragende Kugelteile aufweist, die zwischen zusammenpassenden Rillen, die paarweise zwischen dem inneren und äußeren Teil vorgesehen sind, drehbar angeordnet sind und durch einen Käfig gehalten werden, der zwischen das äußere und das innere Teil eingefügt ist, wobei der Käfig dadurch gekennzeichnet ist, daß der Käfig (5) aus kohlenstoffarmem Stahl besteht, der im wesentlichen 0,1 bis 0,4 Gew.-% Kohlenstoff, 1,0 Gew.-% oder weniger Silicium, 1,0 Gew.-% oder weniger Mangan und 0,5 bis 3,0 Gew.-% Chrom enthält und dessen Rest im wesentlichen Eisen (Fe) ist, und der aufgekühlt ist, um eine kohlenstoffreiche, aufgekohlte Oberflächenschicht zu bilden, die 1,5 Gew.-% oder mehr Kohlenstoff enthält.
Wenn das Gelenk für ein Gleichlaufgelenk verwendet wird, das größeren Belastungen aufgrund der Tatsache, daß das Gelenk heutzutage kompakter und leichter gebaut wird, ausgesetzt ist, steht der Käfig mit den Kugelteilen in Gleitkontakt in einem Zustand hoher Oberflächenpressung, wodurch höhere Verschleißfestigkeit und Warmfestigkeit gewährleistet wird.



DE 43 30 779 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01. 95 408 081/210

9/30

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

5

1. Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Gleichlaufgelenk mit einem Käfig, der für höhere Verschleißfestigkeit aufgekohlt ist.

10

2. Stand der Technik

Bei den Gleichlaufgelenken weist, wie in den Fig. 1(A) und 1(B) dargestellt, ein herkömmliches Beispiel eines Kugel-Gleichlaufgelenks eine Vielzahl von Spurrillen 6 auf, die axial auf der inneren Oberfläche des Öffnungsabschnittes 7a eines äußeren Teiles 7, das mit einer Drehwelle 7b verbunden ist, angeordnet sind, eine Vielzahl von Spurrillen 1, deren Anzahl gleich der Anzahl der Spurrillen 6 ist und die axial an der äußeren Oberfläche eines inneren Teiles 2, das mit der anderen Drehwelle 2b verbunden ist, verteilt sind und wobei das innere Teil 2 in dem Öffnungsabschnitt 7a des äußeren Teiles 7 aufgenommen ist, drehmomentübertragende Kugeln 8, die zwischen den jeweils zueinander zusammenpassenden Spurrillen 1 und 6 angeordnet sind, und einen Käfig 5, der zwischen die äußere Oberfläche des inneren Teils 2 und die innere Oberfläche des äußeren Teiles 7 eingefügt ist, um die Kugeln 8 zu halten.

Der Käfig 5 hat die Form eines Ringes und ist mit Haltelöchern 3 versehen, die in gleichen Abständen um seine Achse herum angeordnet sind und durch seine innere und äußere Oberfläche führen, um die Kugeln 8 zu halten.

Die Komponenten des Gelenks, wie das innere Teil 2, das äußere Teile 7, die Kugeln 8 und der Käfig 5, bestehen aus Stahl. Die Oberflächen der Spurrillen 1 und 6, die in dem äußeren Teil 7 und dem inneren Teil 2 ausgebildet sind, und die Gleitflächen 31 der Haltelöcher 3, die mit den Kugeln 8 des oben erwähnten Käfigs 5 in Gleitkontakt stehen, sind mit Schichten versehen, die durch Oberflächenhärtebehandlung gehärtet sind, um eine hohe Verschleißfestigkeit zu erzielen, da diese Oberflächen die Oberflächen 81 der Kugeln 8 unter Druck kontaktieren müssen, während das Gelenk in Benutzung ist.

Da die Gelenkteile komplizierte Formen aufweisen, muß ein Stahl für die Gelenkteile ausreichende Weichheit aufweisen, um unter Produktivitätsgesichtspunkten bei Warm- oder Kaltbearbeitungsverfahren formgeschmiedet werden zu können.

Aus diesen Gründen wurden die Gelenkteile üblicherweise aus Stahl mit niedrigem oder mittlerem Kohlenstoffgehalt geschmiedet, und sie wurden mit dem Gasaufkohlungsverfahren aufgekohlt oder eingesetzt und abgeschreckt, um gehärtete Oberflächenschichten zu erhalten. Durch das Aufkohlungsverfahren werden aufgekohlte Schichten, die etwa 1 Gew.-% Kohlenstoff enthalten, auf den oben erwähnten Spuroberflächen und Gleitflächen der Gelenkteile gebildet. Die aufgekohlten Schichten werden abgeschreckt und dann bei einer niedrigen Temperatur von 150°C bis 170°C angelassen, so daß die Oberflächen der aufgekohlten Schichten gehärtet werden, um einen Vickers-Härtewert von HV 700 oder mehr aufzuweisen, wodurch eine hohe Verschleißfestigkeit und eine lange Walzlebensdauer gewährleistet wird.

Die Gleichlaufgelenke der heutigen Kraftfahrzeuge sind jedoch größeren Belastungen ausgesetzt, da deren Motore über größere Ausgangs- und Nutzleistungen verfügen. Demgemäß kann auf die Oberflächen der Rillen 1 und 6 und die Gleitflächen 31 der Haltelöcher 3 höherer Belastungsdruck aufgebracht werden. Des weiteren besteht der Wunsch, die Gleichlaufgelenke der Kraftfahrzeuge leichter und kompakter zu bauen, wodurch weiterhin der Flächendruck auf die Spuroberflächen der Gelenkteile zunimmt.

Wenn ein Gleichlaufgelenk (siehe Fig. 1 und 2) unter solchen schweren, wie oben beschriebenen Belastungsbedingungen verwendet wird, ist die innere Oberfläche des kugelhaltenden Loches 3, insbesondere der innere Oberflächenabschnitt 31, der parallel zur Umfangsrichtung des Käfigs 5 ist, in wesentlichem Maße einer großen, sich wiederholenden Druckspannung, die durch das Aufeinandertreffen mit den Kugeloberflächen 81 verursacht wird, und einer Reibungskraft, die durch die Gleiteinwirkung an den Kugeloberflächen 81 erzeugt wird, ausgesetzt. Demgemäß nimmt der Druck auf der Gleitfläche 31 des Halteloches 3 zu und die Gleitfläche 31 erwärmt sich auf eine hohe Temperatur. Außerdem wird vermutlich die Gleitfläche 31 des Halteloches 3 in Abhängigkeit von der Betriebsbedingung durch Wärmeleitung von den Kugeln 8, die durch die Reibung in den Spurrillen des inneren und äußeren Teils erwärmt werden, teilweise auf eine hohe Temperatur von 300°C erwärmt. Wegen dieses hohen Temperaturanstiegs an der Gleitfläche 31 kann die aufgekohlte, gehärtete Schicht der Gleitfläche 31 Gefahr laufen, angelassen zu werden, in ihrer Härte verringert und folglich abgerieben oder verschlissen zu werden.

Als ein Stand der Technik zum Erhalten der Verschleißfestigkeit des Käfigs hat die japanische Gebrauchsmuster-Offenlegungsschrift Nr. 3-125054 ein Verfahren zum Herstellen eines Käfigs offenbart, bei dem der aus Stahl mit mittlerem Kohlenstoffgehalt hergestellte Käfig abgeschreckt und bei einer niedrigen Temperatur angelassen wird, wobei dann die Oberflächen der Haltelöcher 3 abgeschreckt und durch lokales Induktionserhitzen augenblicklich gehärtet werden (in einer kurzen Zeit von 1/1000 Sekunde) bei einer Hochfrequenz von etwa 25 MHz. Es ist jedoch schwierig, eine gleichmäßig gehärtete Oberflächenschicht über die gesamte Oberfläche des Käfigs 5 durch Induktionshärtung zu bilden. In dem Fall eines Käfigs, der insgesamt einer großen Kraft ausgesetzt ist, reicht es nicht aus, nur die die Kugeln kontaktierenden Oberflächen zu härten.

Zusammenfassung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Gleichlaufgelenk des oben erwähnten Typs, das ein äußeres Teil, das mit einer Vielzahl von Spurrillen auf seiner inneren Oberfläche in der axialen Richtung des äußeren Teils versehen ist, ein inneres Teil, das mit einer Vielzahl von Spurrillen auf seiner äußeren Oberfläche versehen ist, wobei die Spurrillen auf der inneren Oberfläche mit jenen auf der äußeren Oberfläche zusammenpassen, und drehmomentübertragende Kugelteile aufweist, die zwischen den zusammenpassenden Rillen angeordnet sind und durch einen Käfig gehalten werden, der zwischen das äußere und innere Teil eingefügt ist. 5

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Gleichlaufgelenk zu schaffen, bei dem der Käfig eine gehärtete Oberflächenschicht aufweist, die härteren Betriebsbedingungen unter einem höheren Käfigoberflächendruck aufgrund der Tatsache, daß das Gleichlaufgelenk heutzutage kompakter und leichter gebaut wird, widerstehen kann, wodurch eine lange Nutzungsdauer und eine hohe Zuverlässigkeit des Gelenks erhalten wird. 10

Zur Lösung dieser Aufgabe besteht der Käfig des Gleichlaufgelenks der vorliegenden Erfindung im wesentlichen aus weichem, kohlenstoffarmem Stahl, wobei die gesamte Oberfläche des Käfigs durch Aufkohlen gehärtet ist, um eine gehärtete Oberflächenschicht über den Käfig durch eine Aufkohlungsbehandlung zu bilden. Somit wird der Käfig durch die Erfindung in seiner Lebensdauer unter schweren Bedingungen durch die Kombination der Anordnung der Stahlzusammensetzung und der folgenden Härtebehandlung der gesamten Oberfläche des Käfigs verbessert. 15

Insbesondere ist der Käfig des Gleichlaufgelenks der vorliegenden Erfindung dadurch gekennzeichnet, daß der Käfig aus Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt hergestellt ist, der im wesentlichen 0,1 bis 0,4 Gew.-% Kohlenstoff, 1,0 Gew.-% oder weniger Silicium, 1,0 Gew.-% oder weniger Mangan, 0,5 bis 3,0 Gew.-% Chrom enthält und dessen Rest im wesentlichen aus Eisen (Fe) besteht, und der aufgekühlt und gehärtet ist, um eine kohlenstoffreiche, aufgekohlte Oberflächenschicht zu bilden, die zumindest 1,5 Gew.-% Kohlenstoff enthält. 20

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1(A) ist eine senkrechte Schnittansicht eines Kugelgelenks, das dargestellt ist als ein Beispiel eines bekannten Gleichlaufgelenks mit einem Aufbau ähnlich dem des Gelenks, das durch die vorliegende Erfindung geschaffen wird, und

Fig. 1(B) ist eine horizontale Querschnittsansicht des Kugelgelenks einschließlich eines Käfigs; 30

Fig. 2 ist ein Diagramm, das die Härteverteilung in Abhängigkeit von der Entfernung von der aufgekohlten und abgeschreckten Oberfläche des Oberflächenschichtabschnitts des Käfigs darstellt, wobei die kohlenstofffreie, aufgekohlte Schicht in dem praktischen Beispiel der vorliegenden Erfindung mit der Härteverteilung eines Vergleichsbeispiels verglichen ist;

Fig. 3 ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen der Oberflächenhärte der aufgekohlten Schicht und einer Wärmehaltezeit darstellt, wenn ein aufgekohlter und angelassener Käfig des praktischen Beispiels der vorliegenden Erfindung bei einer vorgegebenen konstanten Temperatur gehalten wird; und 35

Fig. 4 ist ein Diagramm, das das Verschleißmaß des kugelhaltenden Loches des Käfigs des praktischen Beispiels der vorliegenden Erfindung darstellt, wobei das Verschleißmaß in Reibungsversuchen im Vergleich mit jenem des kugelhaltenden Loches des Käfigs des Vergleichsbeispiels gemessen ist. 40

In den Fig. 2 bis 4 stellt Kurve a die Werte des praktischen Beispiels der vorliegenden Erfindung und Kurve b die Werte des Vergleichsbeispiels dar.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

Der Käfig des Gleichlaufgelenks der vorliegenden Erfindung ist aus einem kohlenstoffarmen Stahl hergestellt, der 0,1 bis 0,4 Gew.-% Kohlenstoff enthält. Der Kohlenstoffgehalt ist auf einen niedrigen Bereich von 0,1 bis 0,4 Gew.-% eingestellt, um die Kaltverform- oder Kaltbearbeitbarkeit des Werkstoffs zu verbessern, wodurch das Kaltschmieden des Käfigs und das Kaltausstanzen der kugelhaltenden Löcher erleichtert wird. Falls der Kohlenstoffgehalt kleiner als 0,1 Gew.-% ist, wird der Werkstoff zu weich und verfügt über keine ausreichende Zugfestigkeit. Falls der Kohlenstoffgehalt größer als 0,4 Gew.-% ist, wird der Werkstoff zu hart und besitzt eine geringere Kaltverform- oder -Kaltschmiedbarkeit. 45

Der geformte Käfig besitzt eine große Härte, da er eine aufgekohlte, gehärtete Oberflächenschicht aufweist, die durch Abschrecken und Anlassen einschließlich der inneren Oberfläche, der äußeren Oberfläche und seiner kugelaufnehmenden Lochoberflächen hergestellt worden ist. Dies verleiht dem Käfig höhere Verschleißfestigkeit. Da der Kohlenstoffgehalt in der aufgekohlten Oberflächenschicht höher ist, ist die Anlaßbeständigkeit der Schicht gegen Weichwerden bei dem Anlaß- oder Vergütungsverfahren größer. Da der Käfig der vorliegenden Erfindung aufgekühlt ist und die kohlenstoffreiche, aufgekohlte Oberflächenschicht 1,5 Gew.-% oder mehr Kohlenstoff enthält, vermindert sich die Härte der Schicht weniger, auch wenn der Käfig bei einer hohen Temperatur von etwa 300°C, die höher als die gewöhnliche Anlaßtemperatur von 150°C bis 180°C ist, angelassen wird. Daher wird die aufgekohlte Oberflächenschicht weniger weich, auch wenn die Gleitfläche des Käfigs auf eine hohe Temperatur erwärmt wird, während das Gelenk unter hohem Oberflächendruck in Benutzung ist. Der Käfig kann somit seine notwendige Verschleißfestigkeit beibehalten. Falls der Kohlenstoffgehalt der Oberflächenschicht kleiner als 1,5 Gew.-% ist, wird die Schicht notwendigerweise bei einer hohen Temperatur, der der Käfig ausgesetzt ist, weich. 55

Vorzugsweise sollte die aufgekohlte Oberflächenschicht des Käfigs 2 bis 3 Gew.-% Kohlenstoff enthalten.

Der Stahl enthält 0,5 Gew.-% oder mehr Chrom, um die Anlaßbeständigkeit gegen Weichwerden der aufgekohlten Schicht zu verbessern und um der aufgekohlten Oberflächenschicht eine größere Warmfestigkeit zu 60

verleihen. Falls jedoch der Stahl zu viel Chrom enthält, besitzt die aufgekohlte Schicht eine geringere Zähigkeit. Der maximale Chromgehalt ist daher auf 3,0 Gew.-% begrenzt. Chrom wird verwendet, um feinkörniges Chromcarbid in der aufgekohlten Schicht zu bilden, da die aufgekohlte Schicht 1,5 Gew.-% Kohlenstoff enthält. Zusammen mit Zementit ist das feinkörnige bzw. feinverteilte Chromcarbid wirksam, um die Lebensdauer bis zum Abschälen oder Abplatzen der aufgekohlten Oberflächenschicht zu verlängern.

Im Fall der vorliegenden Erfindung ist die Zugabe von Molybdän nicht immer nötig. Jedoch ist 0,1 Gew.-% oder mehr Molybdän enthalten, um das Abschreckverhalten und die Warmfestigkeit der aufgekohlten Oberflächenschicht auf die gleiche Weise wie durch Zugabe von Chrom zu verbessern und um ihr eine höhere Verschleißfestigkeit zu verleihen, ohne die Zähigkeit aufgrund der Ausscheidung von Molybdän-carbid zu beeinträchtigen. Da Molybdän mit Kohlenstoff in dem Austenit, das viel Kohlenstoff während des Aufkohlungsverfahrens enthält, reagiert und grobkörniges Molybdän-carbid erzeugt, verbessert die Zugabe größerer Mengen von Molybdän die Verschleißfestigkeit der aufgekohlten Oberflächenschicht nicht. Aus diesem Grund ist der maximale Molybdängehalt auf 1,5 Gew.-% begrenzt. Vorzugsweise sollte der Molybdängehalt in einem Bereich von 0,1 bis 0,4 Gew.-% liegen.

Notwendige Mengen von Silicium und Mangan werden als Vor-Desoxidationsmittel für die Desoxidation bzw. Beruhigung oder die Al-Desoxidation beim Stahlherstellungsverfahren hinzugefügt. Die Zugabe von viel Silicium verstärkt die Anlaßbeständigkeit gegen Weichwerden, beeinträchtigt jedoch die Kaltschmiedbarkeit der aufgekohlten Oberflächenschicht durch Verfestigung des Ferrits in einem normalisierten oder normalgeglühten Zustand. Aus diesem Grund sollte die Menge an hinzuzugebendem Silicium 1 Gew.-% oder weniger sein.

Der Gehalt an Phosphor und Schwefel sollte als geringfügige Elementenmengen so niedrig wie möglich sein. Sauerstoff kann durch Al-Desoxidation wegen des kohlenstoffarmen Stahls reduziert werden.

Als der vorzugsweise für den Käfig des Gelenks der vorliegenden Erfindung verwendbare Stahl kann demgemäß mit Al beruhigter Stahl vorzugsweise verwendet werden, der 0,15 bis 0,25 Gew.-% Kohlenstoff, 0,25 bis 0,60 Gew.-% Silicium, 0,20 bis 0,50 Gew.-% Mangan, 1,6 bis 2,1 Gew.-% Chrom, 0,10 bis 0,40 Gew.-% Molybdän enthält und dessen Rest im wesentlichen Eisen (Fe) ist.

Nachfolgend wird das Wärmebehandlungsverfahren zum Erzielen der kohlenstoffreichen, aufgekohlten Oberflächenschicht beschrieben. Die Aufkohlungsbehandlung wird durch Zugabe von Kohlenwasserstoffgas in die umgebende Atmosphäre durchgeführt, um ein Kohlenstoffpotential unter Verwendung eines gewöhnlichen Gasaufkohlungs-ofens einzustellen. Um die Kohlenstoffmenge in der aufgekohlten Oberflächenschicht auf 1,5 Gew.-% oder mehr einzustellen, wird das Kohlenstoffpotential in der Aufkohlungsatmosphäre bei 1,5% oder mehr beibehalten. Die Aufkohlungstemperatur wird auf 900°C bis 1100°C eingestellt und die Aufkohlungszeit wird derart bestimmt, daß die gewünschte Dicke der aufgekohlten Oberflächenschicht erhalten wird. Da Korn-grenzenschichten oxidieren und anomale Strukturen in der aufgekohlten Schicht leicht erzeugt werden können, muß die umgebende Atmosphäre überwacht werden, um den Gehalt an CO₂ und H₂O in der Atmosphäre so weit wie möglich zu reduzieren. Anstatt des Gasaufkohlungsverfahrens kann auch ein Vakuumaufkohlungsverfahren oder ein Entladungsaufkohlungsverfahren (Plasmaaufkohlungsverfahren), wie nachfolgend beschrieben, verwendet werden.

Bei der vorliegenden Erfindung arbeitet der Chromgehalt in dem Stahl mit dem kohlenstoffreichen Gehalt in der aufgekohlten Schicht zusammen, so daß feinkörnige Carbide innerhalb der aufgekohlten Schicht feinst verteilt ausfallen, wodurch der Schicht eine höhere Verschleißfestigkeit und Warmfestigkeit verliehen wird. Um diese Auswirkungen zu erzielen, ist es wünschenswert, daß der Stahl sofort nach dem Aufkohlen mit Öl abgeschreckt wird und dann bei einer konstanten Temperatur gerade unterhalb des Ar₁-Punktes (des Umwandlungspunktes) gehalten wird, um weichgeglühtes feines Zementit und feine Chromcarbide zu bilden, so daß der Stahl zum Zeitpunkt des Abschreckens wieder austenitisiert wird. Außerdem kann während dem Aufkohlen auch ein Verfahren verwendet werden, bei dem die Temperatur bei etwa 670°C gerade unterhalb des Ar₁-Punktes während dem Aufkohlen gehalten wird, um Carbide kugelförmig zu machen bzw. weichzuglühen, und wobei dann die Temperatur angehoben wird, um den Stahl wieder auf zukohlen zum Durchführen des Abschreckens.

Nach dem Aufkohlen wird der Stahl austenitisiert und mit Öl abgeschreckt und er wird dann bei einer normalen Anlaßtemperatur im Bereich von 150°C bis 180°C oder bei einer halbhohen Anlaßtemperatur im Bereich von 170°C bis 300°C angelassen. Die Oberfläche des Stahls wird dann durch Schleifen nachbehandelt oder veredelt. Als Ergebnis ist die gesamte Oberfläche mit der aufgekohlten Schicht bedeckt, die 1,5 Gew.-% Kohlenstoff enthält und einen Oberflächenhärte-wert von HV 700 oder mehr aufweist.

Beispiele

Als ein praktisches Beispiel der vorliegenden Erfindung wurde ein Käfig für ein stationäres Kugelgelenk mit einer kohlenstoffreichen, aufgekohlten Oberflächenschicht geprüft. Der für den Käfig verwendete Stahl ist ein mit Al beruhigter Stahl, dessen Zusammensetzung in Tabelle 1 angegeben ist. Der Stahl wurde durch Schmieden in die Form des oben erwähnten Käfigs geformt. Die kugelaufnehmenden Löcher wurden durch Kaltausstanzen hergestellt.

Tabelle 1

Die Stahlzusammensetzungen für das praktische Beispiel und das Vergleichsbeispiel (%)

Element	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
praktisches Beispiel	0,18	0,50	0,30	0,007	0,014	1,90	0,30
Vergleichsbeispiel	0,15	0,25	0,76	0,018	0,018	1,02	0,03

Die Aufkohlungsbehandlung wurde wie folgt durchgeführt. Eine Graphitanode und eine Kathode des Käfigs des praktischen Beispiels wurden in dem Widerstandsheizungs-Vakuumofen angeordnet. Der Käfig des praktischen Beispiels wurde im Vakuum vorgewärmt, dann aufgekühlt, indem eine Entladung bei 920°C für 3 Stunden bei einem Druck von 2 bis 10 mmHg erzeugt wurde, während Propangas in den Ofen zugeführt wurde. Nach der Entladung wurde das praktische Beispiel bei einer konstanten Weichglüh-Temperatur von 680°C für eine Stunde im Vakuum gehalten. Die Temperatur wurde dann auf 890°C erhöht und das Beispiel wurde einer Diffusionsbehandlung für 0,5 Stunden und dann einer Entladungsaufkohlung für 2 Stunden unterzogen, während wieder Propangas zugeführt wurde, dann wurde das Beispiel in dem Ofen abgekühlt.

Eine Abschreckbehandlung wurde durch Erwärmen des Beispiels in einem blanken, zunderfreien Abschreckofen bei 830°C für eine Stunde und dann durch Ölabschreckung durchgeführt. Eine Anlaßbehandlung wurde durch Erwärmen des Beispiels bei 160°C für 2 Stunden und dann durch Luftabkühlung durchgeführt.

Als Vergleichsbeispiel wurde ein dem praktischen Beispiel ähnlicher Käfig durch Verwendung des kohlenstoffarmen Stahls mit der Zusammensetzung, wie sie in Tabelle 1 angegeben ist, hergestellt. Das Vergleichsbeispiel wurde einer Aufkohlungsbehandlung bei 930°C für 3 Stunden und bei einem Kohlenstoffpotential von 1,0% in einem normalen Gasaufkohlungsofen unterzogen. Dieses Vergleichsbeispiel wurde auch unter den gleichen Bedingungen wie jene für das praktische Beispiel abgeschreckt und angelassen.

Fig. 2 ist ein Diagramm, das die Härteverteilung der aufgekohlten Schicht nach dem Anlassen darstellt. Die Härte nahe der Oberfläche des praktischen Beispiels, das heißt, des einer kohlenstoffreichen Aufkohlungsbehandlung (durch Kurve a in dem Diagramm dargestellt) ausgesetzten Käfigs ist größer als jene des Vergleichsbeispiels (durch Kurve b in dem Diagramm dargestellt). Diese Härteverteilung entspricht dem Unterschied zwischen dem Kohlenstoffgehalt (1,6 Gew.-%) in der aufgekohlten Schicht des praktischen Beispiels und dem Kohlenstoffgehalt (1,0 Gew.-%) in der aufgekohlten Schicht des Vergleichsbeispiels.

Fig. 3 zeigt ein Diagramm, das die Änderungen der Oberflächenhärte darstellt, wenn der Käfig des praktischen Beispiels und derjenige des Vergleichsbeispiels bei konstanten Temperaturen von 200°C und 300°C gehalten werden, um die Warmfestigkeit der aufgekohlten Schichtoberfläche zu untersuchen.

Wenn das Vergleichsbeispiel bei 200°C gehalten wird, beginnt gemäß Fig. 3 die Oberflächenhärte in dem anfänglichen Wärmestadium abzunehmen und sie sinkt auf HV 700 (HRC 60) oder weniger, wie durch Kurve b in dem Diagramm dargestellt ist. Im Falle des Käfigs des praktischen Beispiels wird die Oberflächenhärte beinahe in ihrer Höhe beibehalten, auch wenn das praktische Beispiel bei 200°C über 100 Stunden gehalten wird, wie durch Kurve a dargestellt ist. Sogar wenn das praktische Beispiel bei 300°C gehalten wird, nimmt die Härte nur sehr langsam ab. Folglich kann das praktische Beispiel für ein Gelenk verwendet werden, das übermäßigen Belastungsbedingungen ausgesetzt ist, die die Oberflächentemperatur teilweise auf etwa 300°C erhöhen könnten.

Fig. 4 ist ein Diagramm, das die Ergebnisse eines Reibungsversuchs darstellt, der zur Untersuchung der Verschleißfestigkeit der kugelhaltenden Löcher des Käfigs ausgeführt wurde. Die Bedingungen des Reibungsversuchs sind nachfolgend angegeben:

Gelenk: BJ87 [JASO (Japanese Automobile Standards Organization) C304-89]
Drehmoment: 960 Nm
Drehzahl: 200 U/min
Winkel: 6 Grad

Fig. 4 zeigt, daß die kohlenstoffreiche, aufgekohlte Schicht des praktischen Beispiels (durch Kurve a in dem Diagramm dargestellt) zum Reduzieren des Betrages an Verschleiß in dem frühen Reibungsstadium wirksamer ist als jene des Vergleichsbeispiels (durch Kurve b in dem Diagramm dargestellt), und daß sie eine kleinere Verschleißgeschwindigkeit sogar während des Dauerreibungs Zustands aufweist, wodurch eine höhere Verschleißfestigkeit angezeigt wird.

Wie oben beschrieben, können durch Bereitstellung des Käfigs der vorliegenden Erfindung mit der kohlenstoffreichen, aufgekohlten Oberflächenschicht unter Verwendung des Stahls mit der Zusammensetzung des praktischen Beispiels der vorliegenden Erfindung die kugelhaltenden Löcher des Käfigs eine höhere Verschleiß-

festigkeit aufweisen und die Oberfläche des Käfigs kann zäh gemacht werden, wodurch das den Käfig enthaltende Gelenk unter schweren Belastungsbedingungen verwendet werden kann. Des weiteren hat der Käfig eine höhere Kaltschmiedbarkeit.

5

Patentansprüche

10

15

20

25

30

1. Gleichlaufgelenk, das ein äußeres Teil, das mit einer Vielzahl von Spurrillen auf seiner inneren Oberfläche in der axialen Richtung des äußeren Teils versehen ist, ein inneres Teil, das mit einer Vielzahl von Spurrillen auf seiner äußeren Oberfläche versehen ist, wobei die Spurrillen auf der inneren Oberfläche mit jenen auf der äußeren Oberfläche zusammenpassen, und drehmomentübertragende Kugelteile aufweist, die zwischen den zusammenpassenden Rillen drehbar angeordnet sind und durch einen Käfig gehalten werden, der zwischen das äußere und innere Teil eingefügt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Käfig (5) aus kohlenstoffarmem Stahl besteht, der im wesentlichen 0,1 bis 0,4 Gew.-% Kohlenstoff, 1,0 Gew.-% oder weniger Silicium, 1,0 Gew.-% oder weniger Mangan und 0,5 bis 3,0 Gew.-% Chrom enthält und dessen Rest im wesentlichen Eisen (Fe) ist, und der aufgekühlt ist, um eine kohlenstoffreiche, aufgekühlte Oberflächenschicht zu bilden, die 1,5 Gew.-% oder mehr Kohlenstoff enthält.

2. Gleichlaufgelenk, das ein äußeres Teil, das mit einer Vielzahl von Spurrillen auf seiner inneren Oberfläche in der axialen Richtung des äußeren Teils versehen ist, ein inneres Teil, das mit einer Vielzahl von Spurrillen auf seiner äußeren Oberfläche versehen ist, wobei die Spurrillen auf der inneren Oberfläche mit jenen auf der äußeren Oberfläche zusammenpassen, und drehmomentübertragende Kugelteile aufweist, die zwischen den zusammenpassenden Rillen drehbar angeordnet sind und durch einen Käfig gehalten werden, der zwischen das äußere und innere Teil eingefügt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Käfig (5) aus kohlenstoffarmem Stahl besteht, der im wesentlichen 0,1 bis 0,4 Gew.-% Kohlenstoff, 1,0 Gew.-% oder weniger Silicium, 1,0 Gew.-% oder weniger Mangan, 0,5 bis 3,0 Gew.-% Chrom und 0,1 bis 1,5 Gew.-% Molybdän enthält und dessen Rest im wesentlichen Eisen (Fe) ist, und der aufgekühlt ist, um eine kohlenstoffreiche, aufgekühlte Oberflächenschicht zu bilden, die 1,5 Gew.-% oder mehr Kohlenstoff enthält.

3. Gleichlaufgelenk nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stahl mit Al beruhigter Stahl ist, der im wesentliche 0,15 bis 0,25 Gew.-% Kohlenstoff, 0,25 bis 0,60 Gew.-% Silicium, 0,20 bis 0,50 Gew.-% Mangan, 1,6 bis 2,1 Gew.-% Chrom und 0,10 bis 0,40 Gew.-% Molybdän enthält und dessen Rest im wesentlichen Eisen (Fe) ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

" " " "

- Leerseite -

FIG. 1 (A)

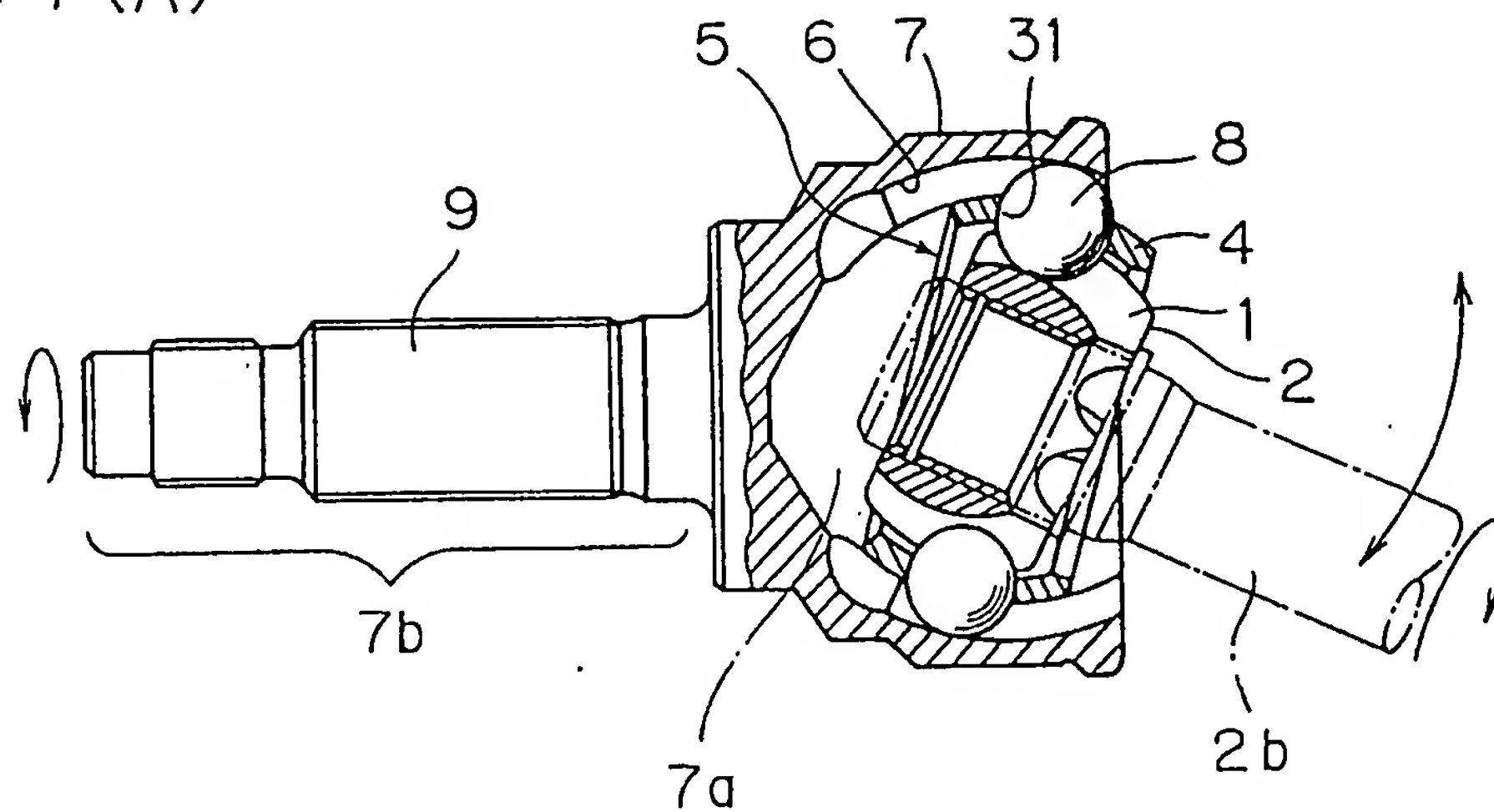


FIG. 1 (B)

X

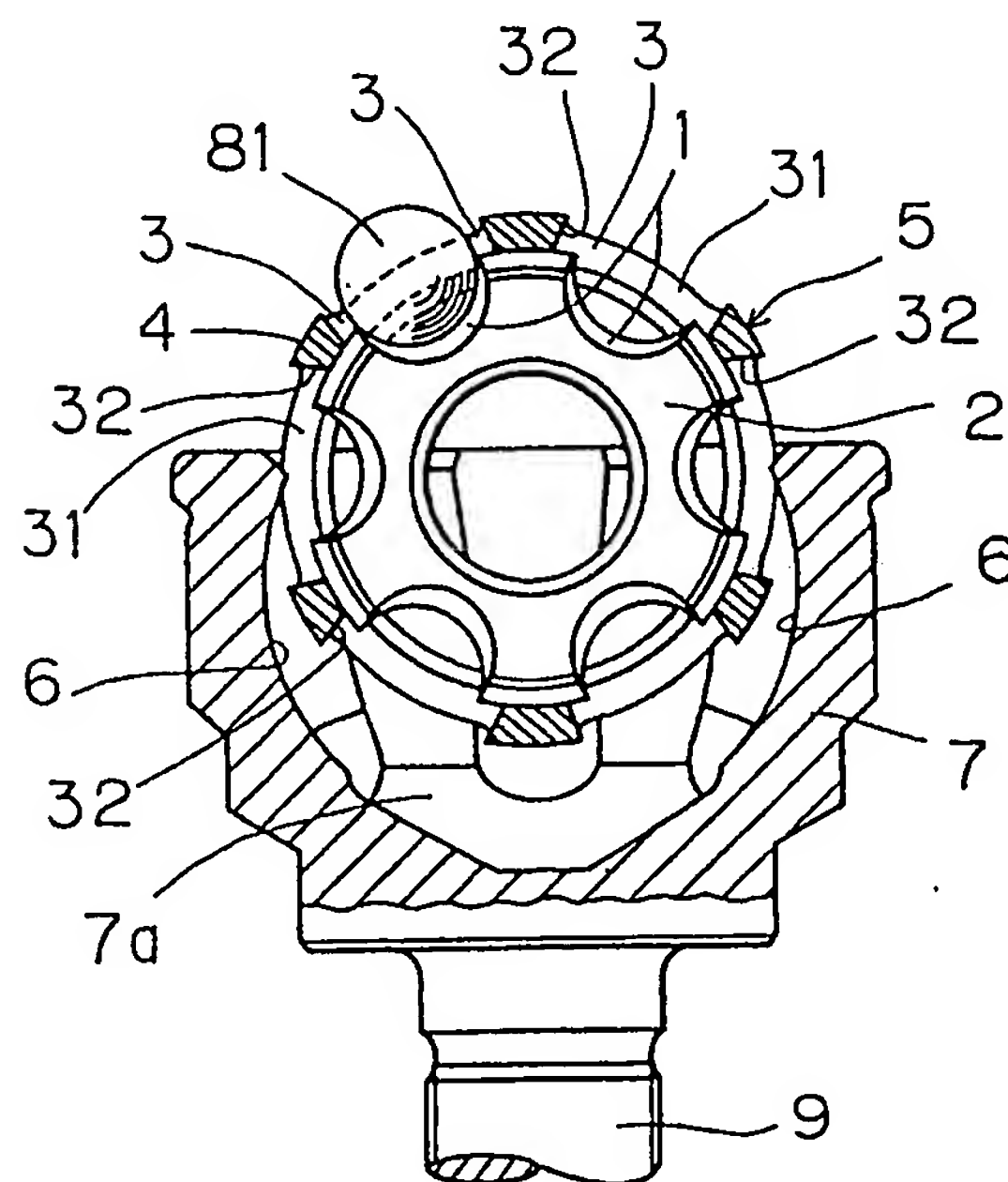


FIG. 2

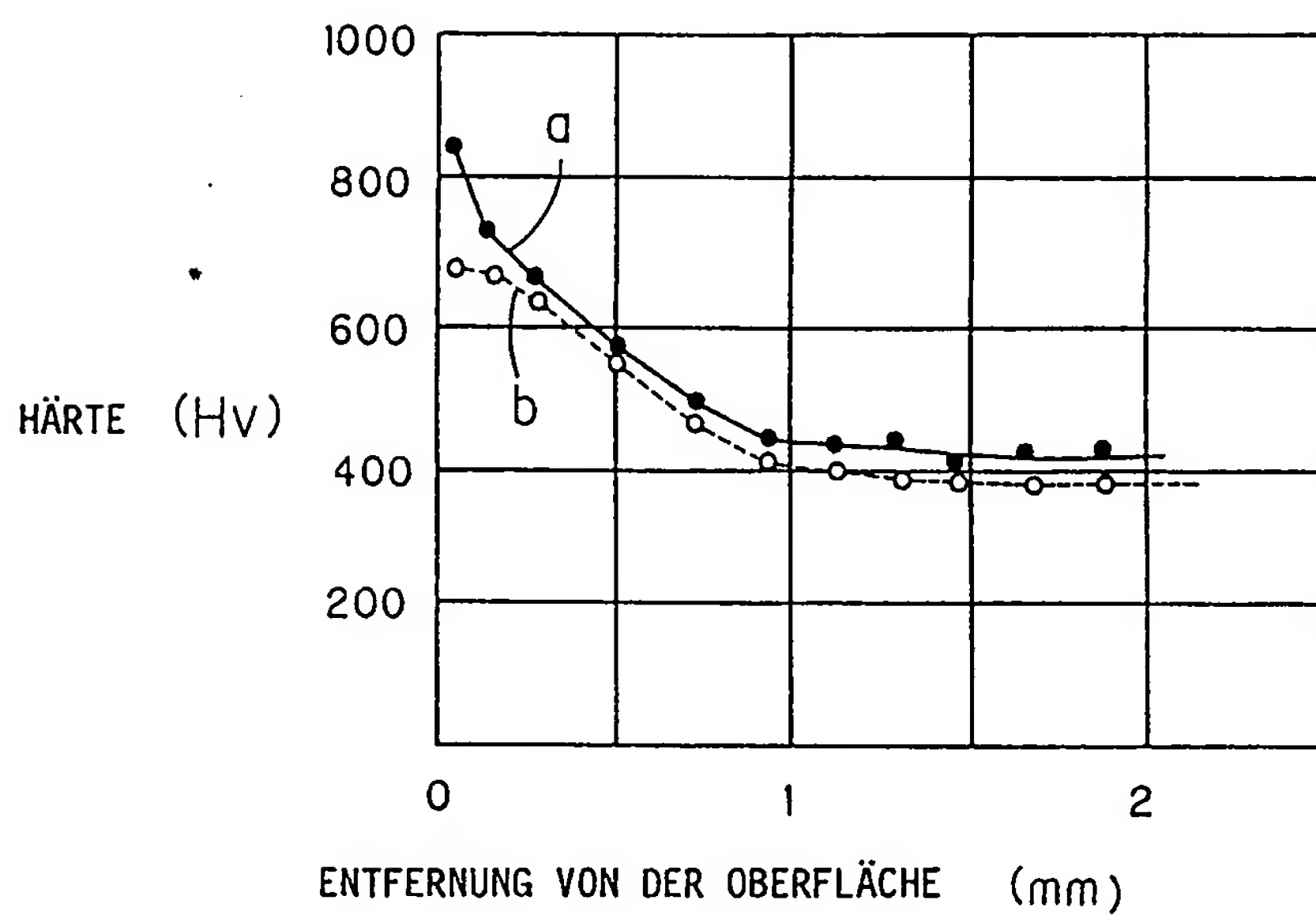


FIG. 3

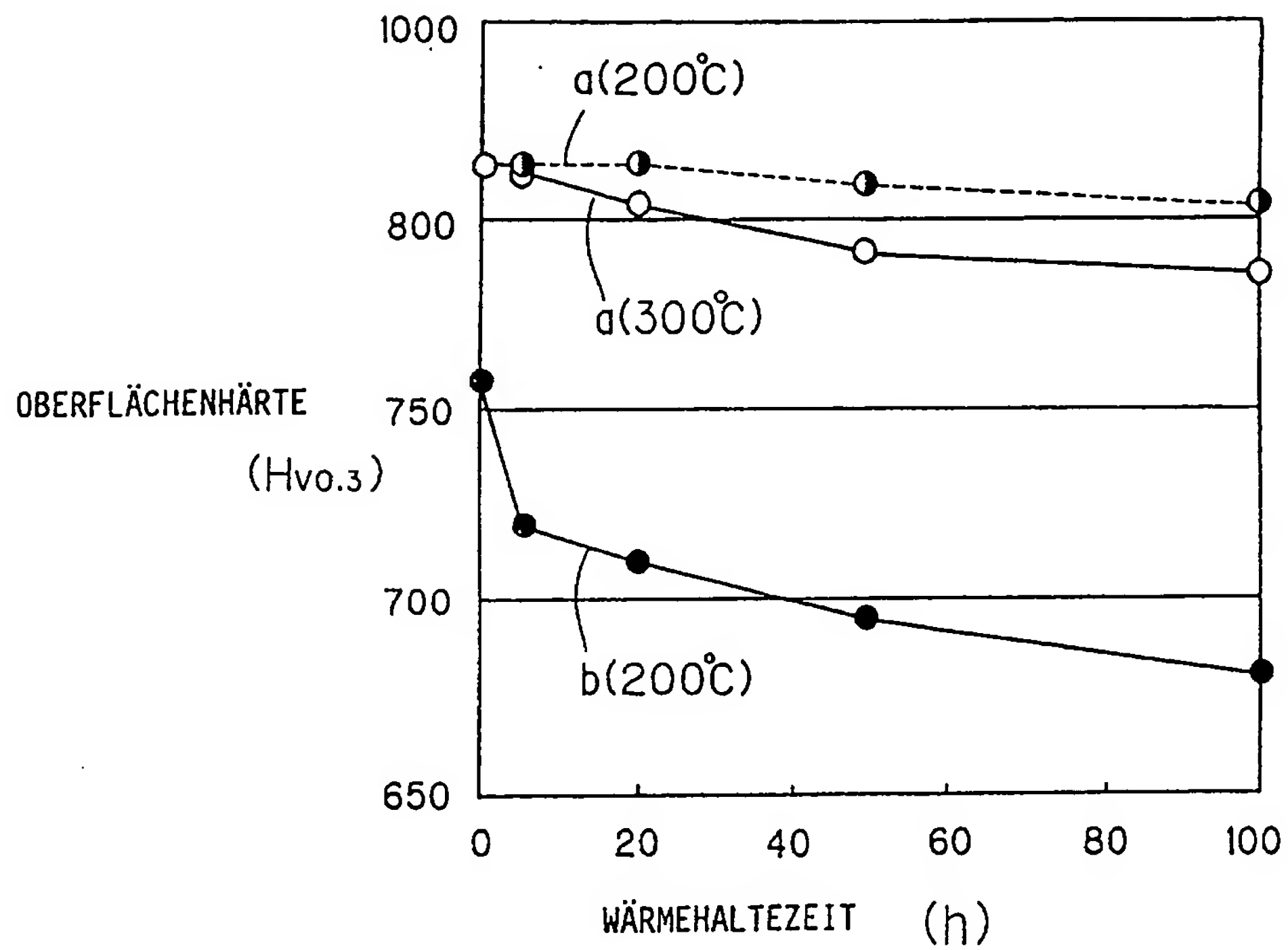
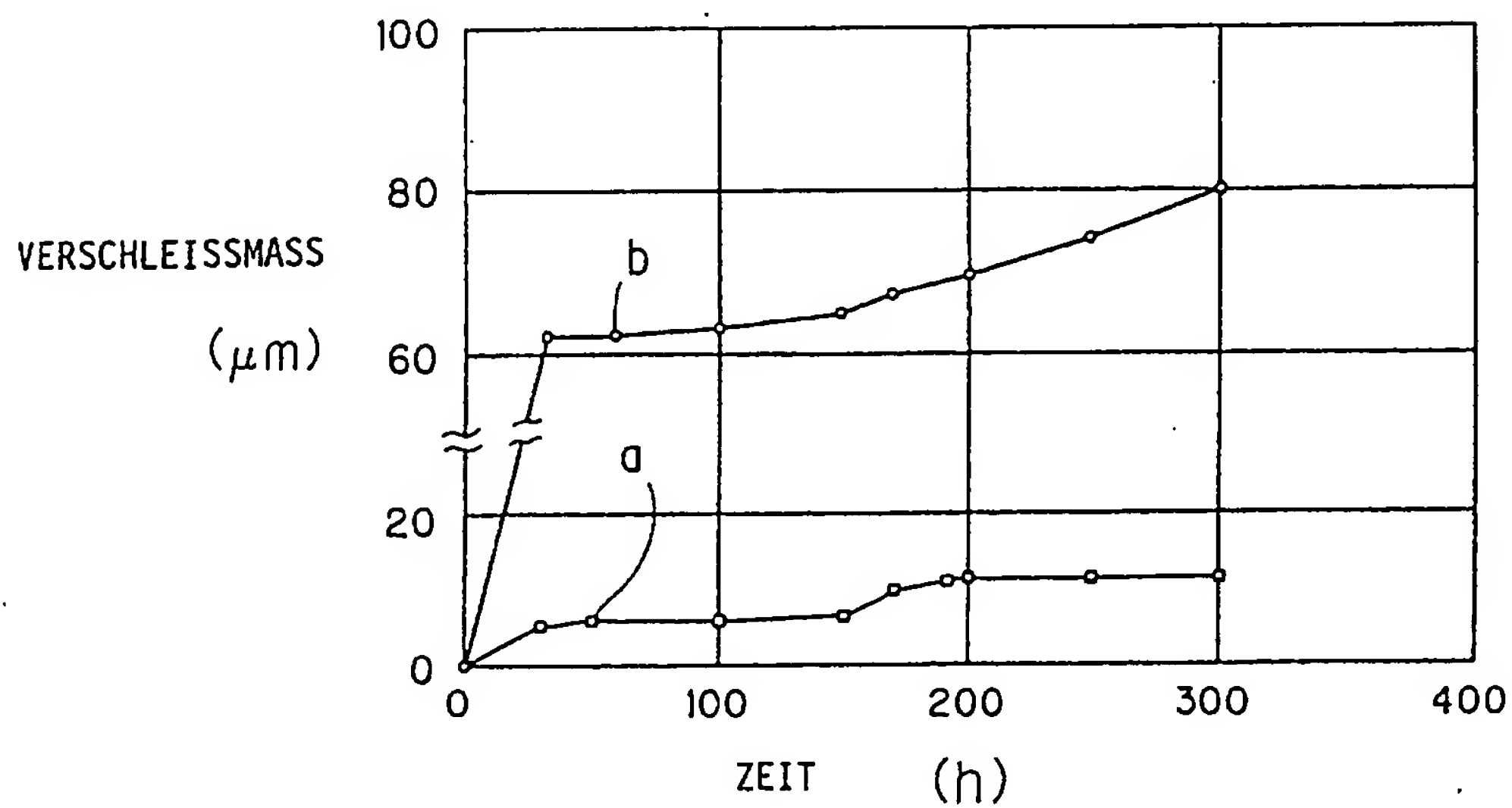


FIG. 4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.